

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-36378
(P2001-36378A)

(43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース*(参考)
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	C 5 J 0 9 7
	9/145		Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-203662

(22) 出願日 平成11年7月16日(1999.7.16)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 和高 修三

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 三須 幸一郎

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100066474

弁理士 田澤 博昭 (外1名)

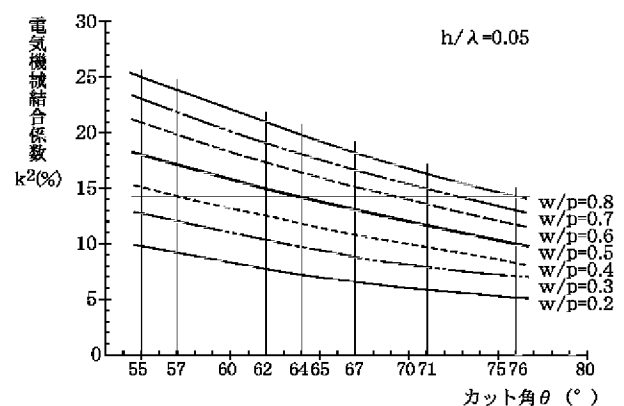
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性波装置

(57) 【要約】

【課題】 低損失で広帯域な弾性波装置を得る。

【解決手段】 ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より55°から57°の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極のデューティ比(電極指幅w/電極指の配列周期p)を0.4以上、1.0未満にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成した弾性波装置において、

上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 5° から 57° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.4 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項2】 ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成した弾性波装置において、

上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 57° から 62° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.5 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項3】 ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成した弾性波装置において、

上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 62° から 67° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項4】 ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成した弾性波装置において、

上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 67° から 71° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.7 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項5】 ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成した弾性波装置において、

上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 71° から 76° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.8 以上 1.0 未満であることを特徴とする

弾性波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、通信機器や電子機器等の回路で使用され、弾性波を伝搬する弾性波装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図13は、特開平9-167936号公報(文献1)に示されている従来のニオブ酸リチウム(LiNbO_3 , 以下LN)を用いた従来の弾性波装置の特性を示す例である。図において、縦軸は弾性表面波(以下、SAW; Surface Acoustic Wave)の伝搬損失であり、SAWの伝搬距離の1波長(λ)あたりの伝搬損失を、デシベル(dB)で表している。横軸は波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)である。ここで、 h は電極の厚みである。

【0003】図13に示した特性は、上記LNの結晶X軸をSAWの伝搬方向とし、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転した“ θ 回転Y”軸に垂直な面を基板表面とした場合の特性であり、 θ が 62° から 74° の範囲で回転させた場合について示している。

【0004】図14は弾性波装置の断面を示す図であり、図において、1はLN基板、2はLN基板1上のアルミニウム(A1)等の電極である。図14に示すように、図13は、“ θ 回転Y”軸に垂直な面をLN基板1の表面とし、さらに、厚み h の電極材料2で全面を被われた場合の特性を示している。多くの場合、電極2はアルミニウム(A1)である。このように、“ θ 回転Y”軸に垂直な面をLN基板1の表面とし、結晶X軸をSAWの伝搬方向とするLN基板1を、 θ 回転Y-カットX-伝搬ニオブ酸リチウムと表し、省略して、 θ YX-LNや θ YX- LiNbO_3 と表す。

【0005】図13に示した特性からわかるように、例えば、カット角 θ が 62° のときは、規格化電極厚(h/λ)が 0.03 付近で伝搬損失が最小となる。また、カット角 θ が 74° のときは、規格化電極厚(h/λ)が 0.1 付近で伝搬損失が最小となる。このため、規格化電極厚(h/λ)が 0.05 より大きい領域でSAWデバイスを実現する場合、伝搬損失を最小とするカット角 θ は 66° より大きい範囲に存在することがわかる。このように、適切な規格化電極厚(h/λ)とカット角 θ の組み合わせを選択することにより、伝搬損失を最小とすることができ、SAWデバイスの挿入損失を低減できる。

【0006】なお、弾性波には、このSAWの他に数通りの種類が存在し、図13に示したカット角 θ が 62° から 74° の付近で、伝搬方向をX軸とした場合には、例えば、文献：電子通電学会論文誌’84/1, Vol. 1, J67-C, No. 1, pp. 158-165(文献2)中に記載されているように、LN基板1の表面に

沿って伝搬するバルク波であるSSBW (Surface Skimming Bulk Wave) や、漏洩弾性表面波 (LSAW; Leaky Surface Acoustic Wave) が伝搬する。しかし、本願では、これらを特に区別する場合を除き、SAW, SSBW, LSAWを総称してSAWと記すことにする。

【0007】図15は弾性波装置の1種であるSAWフィルタの構成を示す図である。図において、1は圧電体であるLN基板、3は電極指、4はボンディングパッド、5は電気弾性表面波のエネルギー変換を行う入力側IDT (Inter Digital Transducer; すだれ状電極)、6は弾性表面波-電気エネルギー変換を行う出力側IDT (すだれ状電極)、7は入力端子、8は出力端子である。電極指3が交差する部分の長さを交差幅 W とし、上記交差幅 W の最大の値を最大交差幅 W_0 とする。

【0008】図16は図15に示すSAWフィルタの断面図であり、図において、 w は電極指3の電極指幅、 p は電極指3の配列周期、 h は電極指3を構成する電極厚みである。

【0009】次に動作について説明する。入力端子7に印加された電気信号は、入力側IDT5の各電極指3の交差部に電界をつくる。このとき、LN基板1が圧電体であるため、上記電界によって歪が生じる。入力信号が周波数 f の場合、生じる歪も周波数 f で振動し、これがSAWとなって、電極指3に垂直な方向に伝搬する。また、出力側IDTでは、SAWが再び電気信号に変換される。電気信号からSAWに変換される場合と、SAWから電気信号に変換される場合は、互いに可逆な過程である。

【0010】図13に示したようなカット角 θ が 6.4° 付近で伝搬方向がX軸の場合は、上記文献2に示されているように、SAWの変位成分は上記電極指3に平行で、かつ、LN基板1の表面に平行な方向性分を有する。この変位成分は、使用するLN基板1の材料の種類と、LN基板1の切断面及び切断面のカット角 θ と、SAW伝搬方向に依存する。

【0011】入力側IDT5により励振されたSAWは、出力側IDT6の方向に伝搬するが、このとき、LN基板1に伝搬損失がある場合には、出力側IDT6に到達したSAWの電力は、入力側IDT5で励振された直後のSAWの電力よりも小さくなり、その損失の程度は、ほぼ入力側IDT5と出力側IDT6の中心間距離を波長で規格化した距離に変換した値に、図13にて示した1波長あたりの伝搬損失を乗じた値にほぼ等しい。

【0012】このため、入力側IDT5と出力側IDT6との距離が同じであれば、LN基板1の伝搬損失が大きいほど、SAWフィルタとしての挿入損失が大きくなる。文献：弾性表面波工学、昭和58年11月、電子通信学会発行、コロナ社、pp. 56-pp. 81 (文献

3) に示されているように、SAWの波長 λ は電極指3の配列周期 p の2倍に相当するので、入力側IDT5と出力側IDT6とが近接して配置されているとしても、入力側IDT5と出力側IDT6における電極指3の本数の平均値の半分の数値を、伝搬損失に乘じた程度の損失が、伝搬に伴う損失として生じる。

【0013】例えば、図15に示したように、入力側IDT5と出力側IDT6がそれぞれ7本の電極指3からなり、入力側IDT5と出力側IDT6とがすぐ近接して配置されているとすると、伝搬に伴う損失は、図13に示した伝搬損失の3~4倍程度の値となる。例えば、伝搬損失が 0.02 (dB/ λ) であるとする、伝搬に伴う損失は $0.06 \sim 0.08$ dBもの値になる。

【0014】このため、特に低損失なSAWデバイスを実現する場合には、伝搬損失の小さいLN基板1を用いることが重要であり、従来のこの種の弾性波装置では、カット角 θ が 6.4° より大きい範囲が使われていた。

【0015】上述のように、伝搬損失は、SAWフィルタの挿入損失に大きな影響を与えるが、SAWフィルタの挿入損失に影響を与えるのは伝搬損失だけではない。LN基板1の特性を表す材料定数として、伝搬損失以外に、電気信号と弾性波との変換効率に関わる電気機械結合係数 K^2 、入力側IDT5や出力側IDT6のインピーダンスに関わる静電容量 C_0 、弾性波の伝搬速度 V 等がある。これらのうちで、特に、上記電気機械結合係数 K^2 は、SAWフィルタの挿入損失や通過帯域幅を決定する重要なものである。

【0016】また、図14に示したように、LN基板1の表面全体に電極2が存在する場合と、図16に示したように、電極指3が周期的に配列された場合では、SAWの伝搬は異なる。実際のSAWフィルタは、図16のように、電極指3を配列した構造を有するため、図14のような全体が電極2で被われた場合の特性と異なる特性を示す。すなわち、レーリー波やBGS波 (Bleustein-Gulyaev-Shimizu wave) のような原理的には伝搬損失を伴わない純粋な弾性表面波を用いた弾性波装置では知られていたが、LSAWやSSBWを用いた弾性波装置では具体的な条件が知られていなかった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従来の弾性波装置は以上のように構成されているので、全体が電極2で被われた場合の特性において、最も伝搬損失が小さくなる条件で実現されてきたが、実際のLSAWやSSBWを用いた弾性波装置では、最も良好な特性を示す条件は異なっており、その差が原因となって、特性の劣化、すなわち、挿入損失が実現可能な最小値よりも劣化するという課題があった。

【0018】また、従来のこの種の弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件で用いられてきたが、弾性波装

置の特性に大きな影響を与える電気機械結合係数 K^2 が最適な条件で用いられていないため、弾性波装置の挿入損失や帯域幅が劣化するという課題があった。

【0019】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を得ることを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】この発明に係る弾性波装置は、ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 55° から 57° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティ比(w/p)が、 0.4 以上 1.0 未満であるものである。

【0021】この発明に係る弾性波装置は、ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 57° から 62° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティ比(w/p)が、 0.5 以上 1.0 未満であるものである。

【0022】この発明に係る弾性波装置は、ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 62° から 67° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティ比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とするものである。

【0023】この発明に係る弾性波装置は、ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 67° から 71° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデューティ比(w/p)が、 0.7 以上 1.0 未満であるものである。

【0024】この発明に係る弾性波装置は、ニオブ酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、所定の厚さを有する導体からなるすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 71° から 76° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の電極指幅 w と上記電極指の配列周期 p により決定される上記電極指のデュー

ティ比(w/p)が、 0.8 以上 1.0 未満であるものである。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1は規格化電極厚(h/λ)が 0.01 の場合のカット角 θ に対する減衰定数 α の計算結果を示す図である。図において、縦軸は減衰定数 α (dB/ λ)であり、図13の縦軸の伝搬損失と同じものである。横軸はLN基板1のカット角 θ であり、図13と同様に、LN基板1の結晶X軸をSAWの伝搬方向とし、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転させた面に垂直な面を、すなわち、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転させた面をLN基板1の表面としている。

【0026】ここでは、図14に示したように、LN基板1の全面が電極2で被われた場合ではなく、図16に示したように、幅 w 、配列周期 p の電極指3が無限に配列された場合におけるSAWの伝搬特性を計算している。図1において、電極指3の幅 w と配列周期 p の比をデューティ比(w/p)とし、デューティ比(w/p)が 0.2 から 0.8 まで 0.1 おきの計算結果を示している。

【0027】図2は電気機械結合係数 K^2 の計算結果である。図において、縦軸は電気機械結合係数 K^2 であり、横軸は図1と同じLN基板1のカット角 θ である。また、デューティ比(w/p)も図1と同じ値で計算している。

【0028】図1及び図2に示した計算結果は、例えば、文献：弾性波素子技術の最近の研究—委員会報告書—、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成7年3月、pp. 649—pp. 654(文献4)、pp. 786—pp. 791(文献5)及び、文献：第23回EMシンポジウム、平成6年5月、pp. 93—pp. 100(文献6)に示されている離散化グリーン関数を用いた解析手法を用いており、文献5で述べられているプログラム(FEMSDA)の後方散乱の影響を除いた計算結果を用いている。

【0029】図13に示された計算結果についても、全面が電極2で被われた場合についての計算結果である点が異なるが、計算手法は同じ離散化グリーン関数を用いる方法である。

【0030】図1の計算結果を見ると、例えば、デューティ比(w/p)が 0.5 の場合、カット角 θ が 62° 付近で減衰定数 α がほぼゼロとなる最小値を示す。しかし、図13に示した従来のこの種の弾性波装置に適用された計算結果を見ると、カット角 θ が 62° から 74° の範囲では、規格化電極厚(h/λ)が 0.01 付近に最小値を示していない。これは、全体に電極2で被われた場合と、実際の電極指3の構造の場合とで、SAWの伝搬の特性が異なっていることを示すものである。

【0031】図3及び図4は、規格化電極厚 (h/λ) が0.05の場合の図1及び図2と同様の計算結果である。規格化電極厚 (h/λ) が0.05という値は、GHz帯のSAWデバイスでは比較的多く用いられる膜厚である。図3を見ると、デューティ比 (w/p) が大きくなると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ が大きくなる傾向がある。

【0032】しかし、図4を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 K^2 が小さくなることがわかる。例えば、デューティ比 (w/p) が0.5の場合に着目すると、減衰定数 α はカット角 θ が 66° 付近で最小になる。しかし、電気機械結合係数は、カット角 θ が 66° よりもさらに小さい角度の方が大きい値を示す。

【0033】図5及び図6は、規格化電極厚 (h/λ) が0.1の場合の図1及び図2や、図3及び図4と同様の計算結果である。規格化電極厚 (h/λ) が大きくなると、伝搬定数 α が最小となるカット角 θ が図3の場合よりさらに大きくなる。しかし、この場合も、電気機械結合係数 K^2 は、カット角 θ が小さい方が大きな値を示す。

【0034】図7は、ここで行っている計算方法の妥当性を検証するために、実際にSAWフィルタを作成し、測定した結果を計算結果と比較した図である。図において、縦軸は音速 V_s であり、横軸はカット角 θ である。図中、実線、破線、点線、一点鎖線等の線で表しているのが、図1から図6を計算するのと同じ計算手法で求めた音速の計算結果であり、デューティ比 (w/p) を0.2から0.8まで0.1間隔で計算した結果である。

【0035】また、図7において、○で示すシンボルは、デューティ比 (w/p) を0.25で試作したSAWフィルタから測定した音速である。同様に、□で示すシンボルはデューティ比 (w/p) を0.5で試作した場合、◇及び◆で示すシンボルはデューティ比 (w/p) を0.75で試作した場合の測定結果である。また、計算値、測定値どちらの場合も全て、規格化電極厚 (h/λ) が0.05の場合であり、 N_r はSAWフィルタにおけるグレーティング反射器のストリップの本数である。

【0036】図8は、図7の測定結果を出すのに用いたSAWフィルタのパターンの模式図である。このようなパターンは、例えば、文献：表面波デバイスとその応用、電子材料工業会編、昭和53年12月、日刊工業新聞社、pp. 153-pp. 155 (文献7) 中に記載されている。入力側IDT5と出力側IDT6との間に2つのグレーティング反射器9を配置し、2つのグレーティング反射器9間の距離 D_1 をグレーティング反射器9の反射ストリップの配列周期 p と同じにしている。

【0037】このように、グレーティング反射器9を配

置することにより、入力端子7から出力端子8までの通過電力が図9に示すような特性を示し、特定の周波数の弾性表面波だけを選択的に反射させている。図において、 f_0 はグレーティング反射器9の中心周波数に相当し、 F_b はグレーティング反射器9のストップバンド幅に相当する。

【0038】グレーティング反射器9の配列間隔 p は、グレーティング反射器9中での中心周波数 f_0 における波長の2分の1になるので、中心周波数 f_0 に、配列周期 p の2倍の値 $2p$ を乗じた値がグレーティング反射器9における音速 V_s に相当する。図7は、その音速 V_s 値 ($V_s = 2pf_0$) を示している。なお、図7中に示された N_r は、図8に示したグレーティング反射器9内の線幅 w の各ストリップの本数である。また、距離 D_2 は、図9に示した特性には、大きな影響は与えない。

【0039】図8に示したように、グレーティング反射器9の短絡ストリップ10は、全て同電位になるようにしているので、電極指3の特性とほぼ同じとなり、上記短絡ストリップの線幅 w と配列周期 p から決定される音速 V_s 、減衰定数 α 、電気機械結合係数 K^2 等の様々な材料定数は、同じデューティ比 (w/p) の電極指3の場合でもほぼ同じ結果となる。図7から明らかなように、計算値と測定値とはよく一致しており、この計算がよりSAWフィルタの動作状態に近い、より高精度な結果を示していることがわかる。

【0040】図10は、図1から図6に示した計算結果が、SAWフィルタに与える効果について確認するための、モード結合形のSAW共振器フィルタのパターンの例である。図において、5は入力側IDTであり、電極指3の数は23本である。6は出力側IDTであり、2つの出力側IDTを電氣的に並列接続している。出力側IDT6の片側の電極指3の数は16本である。9はグレーティング反射器であり、グレーティング反射器9の各ストリップの本数は片側で130本である。入力側IDT5の電極指3の線幅、出力側IDT6の電極指3の線幅は、全て同じ w_i であり、配列間隔も全て同じ p_i である。

【0041】図10におけるグレーティング反射器9の各ストリップの配列周期 p_g は、入力側IDT5、出力側IDT6の場合と異なり、 $p_g = 1.0226p_i$ としている。しかし、グレーティング反射器9の各ストリップのデューティ比 (w_g/p_g) と、入力側IDT5、出力側IDT6の各電極指3のデューティ比 (w_i/p_i) と同じである。以下、これらのデューティ比 (w_i/p_i) 及び (w_g/p_g) を総称して、デューティ比 (w/p) と表す。

【0042】また、距離 D_1 は $2.5p$ 、距離 D_2 は $0.25p$ である。カット角 θ やデューティ比 (w/p) を変えると、音速 V_s が変化するが、入力側IDT5及び出力側IDT6の中心周波数 f_0 が 839.29

MHzになるように、配列周期 p_i を変えて計算している。最大交差幅 W_0 は $440\mu\text{m}$ である。

【0043】図11は、図10に示したSAWフィルタの挿入損失最小値と帯域内損失変動の計算結果をプロットしたものである。計算は、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 185-pp. 205（文献8）中に示されているSmithの等価回路の2ndモデルを入力側IDT5及び出力側IDT6に使用している。

【0044】グレーティング反射器9には、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 206-pp. 227（文献9）中に示されている分布定数形の等価回路を使用している。これは文献9に示されている等価回路の電気端子を短絡した場合と同じである。図1から図6には減衰定数 α 及び電気機械結合係数 K^2 を示しているが、デューティー比 (w/p) を変えると、音速 V_s 、静電容量 C_0 、反射係数 C_1 等の材料定数も同時に変化するため、図11に示した計算結果では、これらの材料定数の変化も考慮した。なお、図11は、規格化電極厚 (h/λ) が0.05、デューティー比 (w/p) が0.5の場合のみを示している。

【0045】図11に示した計算結果を見ると、カット角 θ が 55° よりも 66° の方が挿入損失最小値は小さくなる。しかし、通過域内の挿入損失の最小値と最大値との差である帯域内損失変動を見ると、 55° の方が 66° よりも小さい。図3を見ると、カット角 θ が 66° よりも小さいと、減衰定数 α は増大している。カット角 θ が 66° よりも小さいと、挿入損失最小値が大きくなるのは、このためである。しかし、図4を見ると、カット角 θ が 66° よりも小さい方が、電気機械結合係数 K^2 は大きい。帯域内損失変動が小さいということは、言い換えれば、実現できる帯域幅をより広くできるということであり、電気機械結合係数 K^2 が大きいことにより、カット角 θ が 55° の方がより広帯域な特性を実現できることを示している。例えば、帯域内損失変動を0.5dB以下にする必要がある場合、従来の 64° では実現不能であり、 62° よりも小さいカット角 θ が必要である。このとき、カット角 θ が 55° の挿入損失最小値は 64° よりも増大するが、その差は0.05dB程度である。

【0046】図12は、カット角 θ が 64° 、 58° 、 55° の場合についての通過特性計算結果例である。SAWフィルタのパターンは図10に示したものである。計算条件としては、規格化電極厚 (h/λ) は0.05、デューティー比 (w/p) は0.5としている。

【0047】また、計算条件として、カット角 θ が 64° のとき、音速 V_s は 4465 (m/s) 、減衰定数 α は $0.0108\text{ (dB/\lambda)}$ 、静電容量 C_0 は電極指1

本あたり 250 (pF/m) 、電気機械結合係数 K^2 は 13.5% とし、カット角 θ が 58° のとき、音速 V_s は 4477 (m/s) 、減衰定数 α は $0.012\text{ (dB/\lambda)}$ 、静電容量 C_0 は電極指1本あたり 285 (pF/m) 、電気機械結合係数 K^2 は 18% とし、カット角 θ が 55° のとき、音速 V_s は 4477 (m/s) 、減衰定数 α は $0.0076\text{ (dB/\lambda)}$ 、静電容量 C_0 は電極指1本あたり 277 (pF/m) 、電気機械結合係数 K^2 は 16.7% としている。

【0048】カット角 θ が 55° や 58° のときは、図12に示す通過電力が最大値を示すときの挿入損失最小値は、 64° の場合よりもわずかに大きい、実質的にはほぼ同じ損失である。これに対し、通過域における平坦度が増しており、例えば、周波数が 804 MHz から 842 MHz の範囲の挿入損失では、 55° や 58° の方が低損失である。すなわち、従来の 64° よりも、 55° や 58° の方が所要帯域内では低損失であり、言い換えると、従来の 64° よりも、 55° や 58° の方が広帯域である。

【0049】また、図12を見れば明らかなように、従来のカット角 θ が 64° の場合よりも、 55° 及び 58° の方が通過帯域幅が広い。以上から、実際のSAWフィルタの性能、特に、挿入損失や帯域幅は、減衰定数 α よりも電気機械結合係数 K^2 の方が大きな影響を与えることがわかる。なお、本願において、従来の低損失で広帯域な特性とは、同じ挿入損失なら、より広帯域な特性を実現できること、あるいは、同じ通過帯域幅なら、より低損失な特性を実現できることを示す。

【0050】図4を見ると、カット角 θ が 55° から 57° の範囲では、デューティー比 (w/p) が0.4以上の場合に、従来の 64° よりも大きな電気機械結合係数 K^2 を示す。この付近では、電気機械結合係数 K^2 は、規格化電極厚 (h/λ) にはあまり大きく依存しないので、図2及び図6を見ても、ほぼ同じ結果である。

【0051】ただし、規格化電極厚 (h/λ) が例えば0.1と大きい場合に、デューティー比 (w/p) を大きくすると、電気機械結合係数 K^2 は大きくなって、減衰定数 α も同時に大きくなる。このため、SAWフィルタとしての挿入損失は、かえって、増大する場合がある。この場合は、カット角 θ とデューティー比 (w/p) を所要の特性を満足するように、適切な組み合わせとすればよい。

【0052】以上のように、この実施の形態1によれば、カット角 θ が 55° から 57° の範囲で、デューティー比 (w/p) が0.4以上1未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

【0053】実施の形態2. 同様に、図4から、カット角 θ が 57° から 62° の範囲では、デューティー比 (w/p) が0.5以上の場合に、従来のカット角 θ

が 64° よりも大きな電気機械結合係数 K^2 を示す。図2を見てもほぼ同じ結果である。規格化膜厚(h/λ)が大きい図6の場合には、例えば、図4の場合と比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 K^2 は大きい。しかし、図5と図3とを比べると、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の減衰定数 α は、図5の方が大きくなっている。特にデューティー比(w/p)が大きくなると、電気機械結合係数 K^2 は大きくなるが、減衰定数 α も同時に大きくなる。

【0054】このため、SAWフィルタとしての挿入損失は、かえって増大する場合が生じる。この場合は、カット角 θ とデューティー比(w/p)を所要の特性を満足するように、適切な組み合わせとすればよい。しかし、電気機械結合係数 K^2 自体は大きくなっているの、通過帯域幅は広がる。すなわち、低損失で広帯域な弾性波装置を実現できる。

【0055】以上のように、この実施の形態2によれば、すなわち、カット角 θ が 57° から 62° の範囲で、デューティー比(w/p)が0.5以上1未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

【0056】実施の形態3. 同様に、図4から、カット角 θ が 62° から 67° の範囲では、デューティー比(w/p)が0.6以上の場合に、従来のカット角 θ が 64° の場合よりも大きな電気機械結合係数 K^2 を示す。図2を見てもほぼ同じ結果である。規格化膜厚(h/λ)が大きい図6の場合も、例えば、図4の場合と比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 K^2 はほぼ同じである。しかし、図5と図3とを比べると、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の減衰定数 α は、図5の方が大きくなっている。特にデューティー比(w/p)が大きくなると、電気機械結合係数 K^2 は大きくなるが、減衰定数 α も同時に大きくなる。

【0057】このため、SAWフィルタとしての挿入損失は、かえって、増大する場合がある。この場合は、カット角 θ とデューティー比(w/p)を所要の特性を満足するように、適切な組み合わせとすればよい。しかし、電気機械結合係数 K^2 自体は大きくなっているの、通過帯域幅は広がる。すなわち、広帯域な弾性波装置を実現できる。

【0058】以上のように、この実施の形態3によれば、カット角 θ が 62° から 67° の範囲で、デューティー比(w/p)が0.6以上1未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

【0059】実施の形態4. 同様に、図4から、カット角 θ が 67° から 71° の範囲では、デューティー比(w/p)が0.7以上の場合に、従来のカット角 θ

が 64° の場合よりも大きな電気機械結合係数 K^2 を示す。図2を見てもほぼ同じ結果である。規格化膜厚(h/λ)が大きい図6の場合も、例えば、図4の場合と比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 K^2 はほぼ同じである。また、図5と図3とを比べると、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の減衰定数 α は、図5の方が大きくなっているが、増大する割合はそれほど大きくない。したがって、カット角 θ とデューティー比(w/p)を、所要の特性を満足するように適切な組み合わせとすればよい。

【0060】以上のように、この実施の形態4によれば、カット角 θ が 67° から 71° の範囲で、デューティー比(w/p)が0.7以上1未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

【0061】実施の形態5. 同様に、図4から、カット角 θ が 71° から 76° の範囲では、デューティー比(w/p)が0.8以上の場合に、従来のカット角 θ が 64° の場合よりも大きな電気機械結合係数 K^2 を示す。図2を見てもほぼ同じ結果である。規格化膜厚(h/λ)が大きい図6の場合も、例えば、図4の場合と比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 K^2 はほぼ同じである。また、図5と図3とを比べると、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の減衰定数 α は、図5の方が小さい。したがって、電気機械結合係数 K^2 が大きくなる効果が、そのまま弾性波装置の特性に反映されるので、従来より低損失で広帯域な特性が実現できる。

【0062】以上のように、カット角 θ が 71° から 76° の範囲で、デューティー比(w/p)が0.8以上1未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

【0063】以上は、図10に示したモード結合形のSAW共振器フィルタを例に説明したが、この発明はこれに限らず、IDTの数は3以外の任意の数でも効果は同じである。さらに、多電極構造のいわゆるトランスバーサル形フィルタや、図15に示した簡単な構造のSAWフィルタに適用しても効果は同じである。

【0064】さらに、電極指3の配列周期が全て同じ場合について示したが、部分的あるいは全体的に上記配列周期が変化する場合でも効果は同じである。また、IDT内に浮き電極を有したり、あるいはIDT内の異なる部位に存在する浮き電極どうしが電氣的に接続された形状の場合でも効果は同じである。

【0065】さらに、この発明は、SAWフィルタだけでなく、1端子対SAW共振器や、SAW遅延線、SAW分散形遅延線や、SAWコンボルバ等の電気信号とLSAW、SSBWとの変換機能を有するIDTを形成す

る他のSAWデバイス全てに対して効果がある。また、これらのSAWデバイスを用いた弾性波装置全てに対しても効果がある。

【0066】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 5.5° から 5.7° の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極の電極指幅 w と電極指の配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)が、 0.4 以上 1.0 未満とすることにより、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

【0067】この発明によれば、ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 5.7° から 6.2° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、すだれ状電極の電極指幅 w と電極指の配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)が、 0.5 以上 1.0 未満とすることにより、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

【0068】この発明によれば、ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 6.2° から 6.7° の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極の電極指幅 w と電極指の配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満とすることにより、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

【0069】この発明によれば、ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 6.7° から 7.1° の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極の電極指幅 w と電極指の配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)が、 0.7 以上 1.0 未満とすることにより、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

【0070】この発明によれば、ニオブ酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 7.1° から 7.6° の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極の電極指幅 w と電極指の配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)が、 0.8 以上 1.0 未満とすることにより、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚

が 0.01 の場合のLN基板のカット角に対する減衰定数の計算結果を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.01 の場合のLN基板のカット角に対する電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.05 の場合のLN基板のカット角に対する減衰定数の計算結果を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.05 の場合のLN基板のカット角に対する電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.1 の場合のLN基板のカット角に対する減衰定数の計算結果を示す図である。

【図6】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.1 の場合のLN基板のカット角に対する電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

【図7】 この発明の実施の形態1による規格化電極厚が 0.05 の場合のLN基板のカット角に対する音速の測定結果を示す図である。

【図8】 この発明の実施の形態1によるSAWフィルタのパターンの模式図である。

【図9】 この発明の実施の形態1による図8に示すSAWフィルタの周波数に対する通過電力特性を示す図である。

【図10】 この発明の実施の形態1によるモード結合形SAW共振器フィルタのパターンの模式図である。

【図11】 この発明の実施の形態1による図10に示すモード結合形SAW共振器フィルタの挿入損失最小値の計算結果を示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態1による図10に示すモード結合形SAW共振器フィルタの周波数に対する通過電力特性を示す図である。

【図13】 従来の弾性波装置による規格化電極厚に対する伝搬損失特性を示す図である。

【図14】 従来の弾性波装置の断面を示す図である。

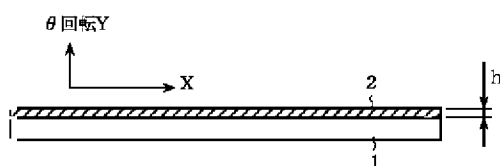
【図15】 弾性波装置の構成を示す図である。

【図16】 弾性波装置の断面を示す図である。

【符号の説明】

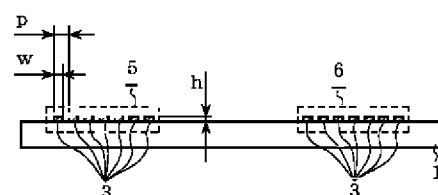
1 LN基板(基板)、3 電極指、5 入力側IDT(すだれ状電極)、6 入力側IDT(すだれ状電極)。

【図14】

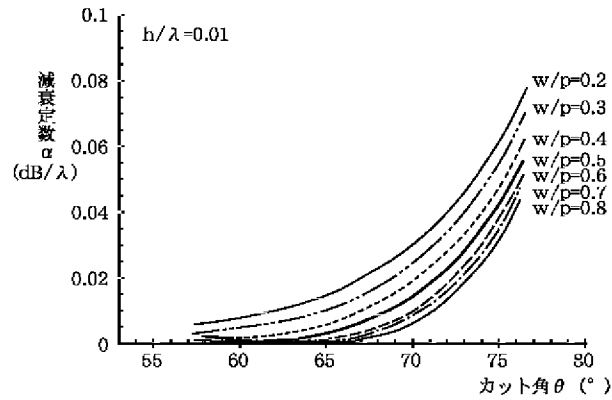


1: LN基板(基板)

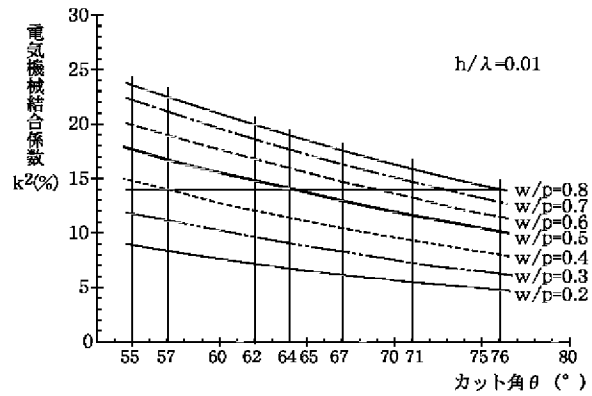
【図16】



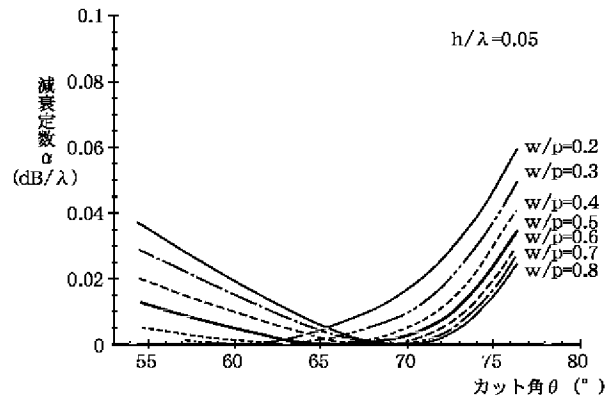
【図1】



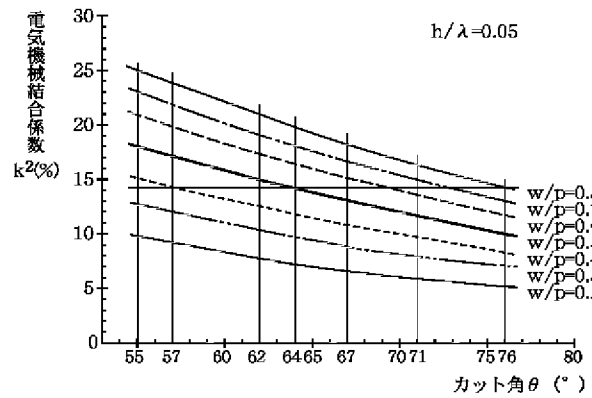
【図2】



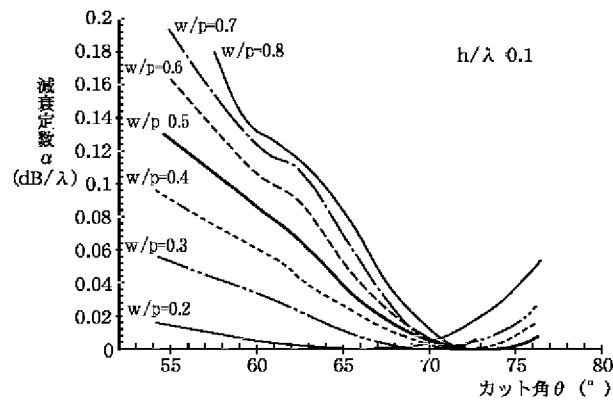
【図3】



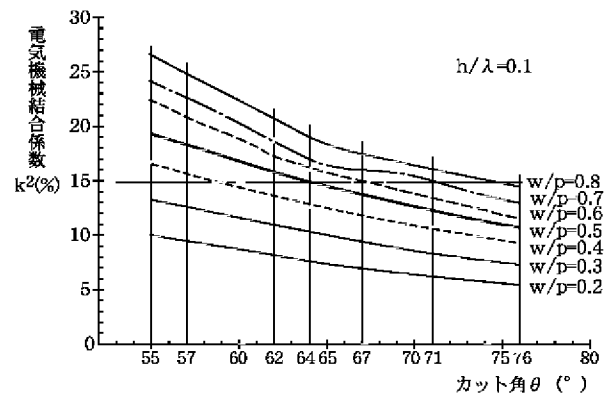
【図4】



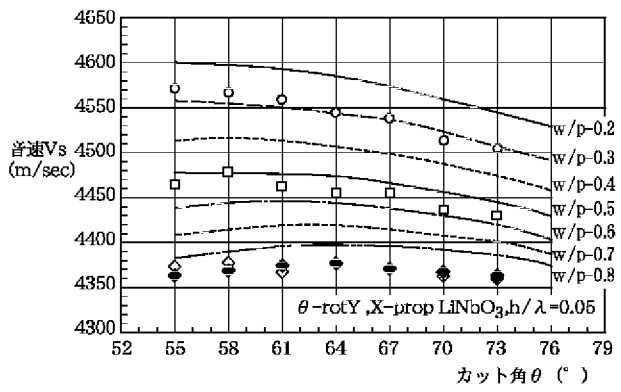
【図5】



【図6】

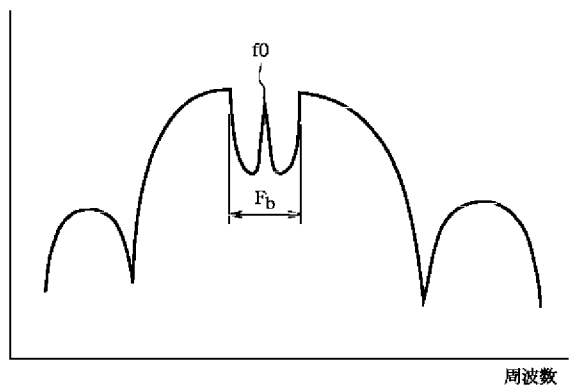


【図7】

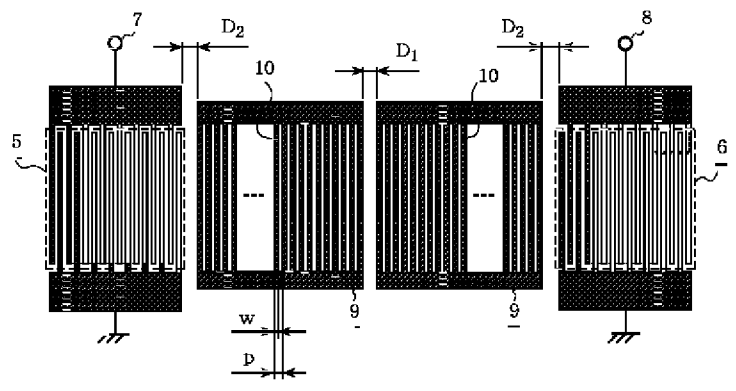


- $w/p=0.25$, $Nr=20$
- $w/p=0.5$, $Nr=20$
- ◇ $w/p=0.75$, $Nr=20$
- ◆ $w/p=0.75$, $Nr=40$

【図9】

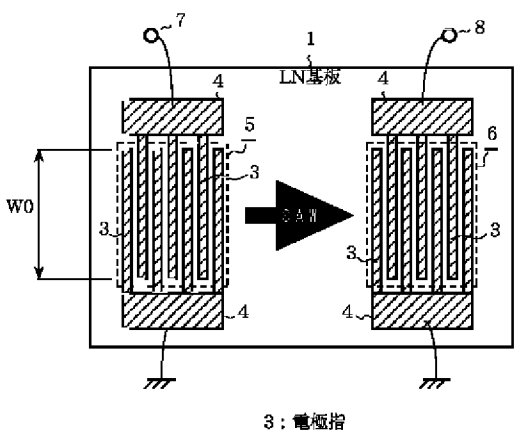


【図8】



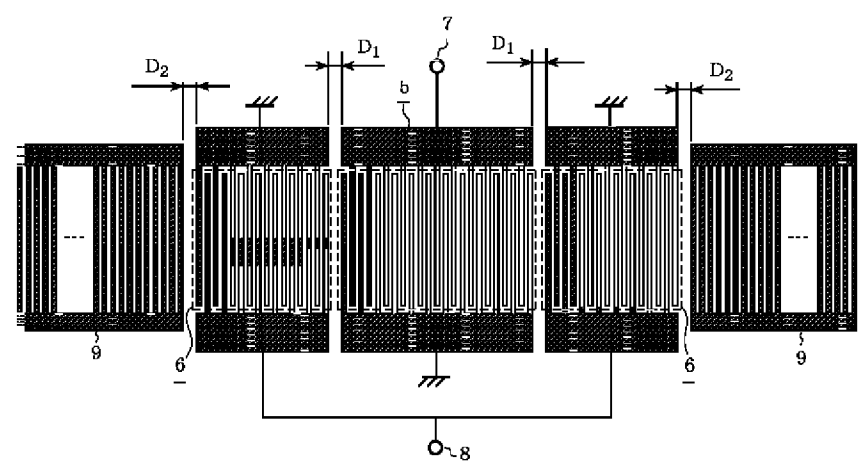
5、6：入力側IDT（すだれ状電極）

【図15】

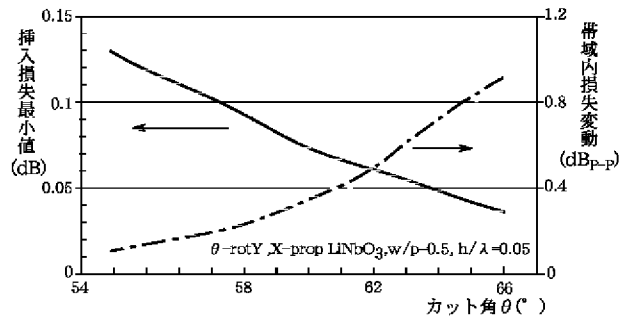


3：電極指

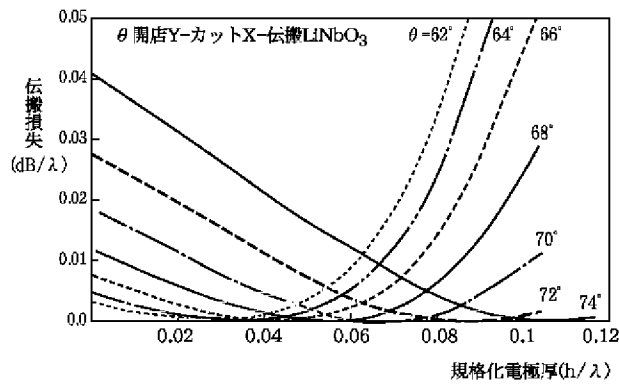
【図10】



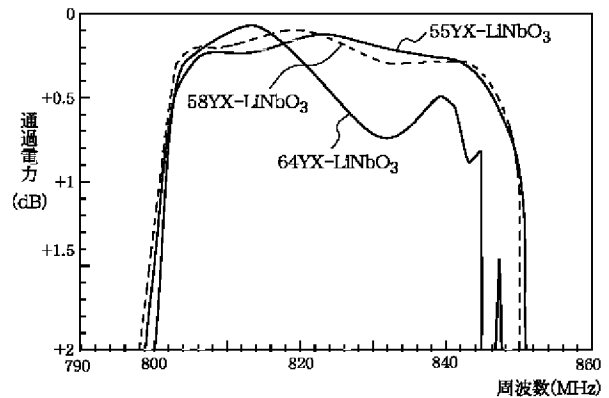
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 憲司
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 永塚 勉
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 村井 康治
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 山口 正恒
千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4

(72)発明者 橋本 研也
千葉県船橋市二和西4-31-1

(72)発明者 大森 達也
千葉県千葉市中央区椿森6-7-18

Fターム(参考) 5J097 AA01 AA06 AA19 BB11 DD04
DD13 DD16 GG04 GG07 KK04
KK06 KK09

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-036378

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

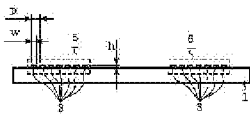
(51)Int.Cl. H03H 9/25

H03H 9/145

(21)Application number : 11-203662 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC
CORP

(22)Date of filing : 16.07.1999 (72)Inventor : WADAKA SHUZO
MISU KOICHIRO
YOSHIDA KENJI
NAGATSUKA TSUTOMU
MURAI KOJI
YAMAGUCHI
MASATSUNE
HASHIMOTO KIYONARI
OMORI TATSUYA

(54) ELASTIC WAVE DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain low loss and wide band by making a surface, which is made to rotate in the range of specific degrees from a crystal Y-axis about a crystal X-axis of niobic acid lithium, a right surface of a substrate and by making the duty ratio of an electrode finger decided from the width of the electrode finger of an interdigital electrode and an arrangement frequency of the electrode fingers a specific value range.

SOLUTION: Electrode fingers 3 of input side interdigital electrodes (IDT) 5 and 6, which consist of a conductor having thickness (h), are formed on an LN substrate 1 of a piezoelectric body that has niobic acid lithium as a main component. A surface obtained by rotating within a range from 55 or 57 degrees to 62 degrees of cut angle from a crystal Y-axis around a crystal X-axis of this niobic acid lithium becomes the surface of the LN substrate 1. The duty ratio of the electrode finger, decided by an electrode finger width (w) of these interdigital electrodes 5 and 6 and an arrangement frequency (p) of the electrode 3, is in the range of 0.4 to 1.0 or lower, or 0.5 to 1.0 or lower. Thus, it is possible to obtain an elastic wave device of low loss and wide band.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.04.2003

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of

rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the elastic wave equipment in which the blind-like electrode which becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 55 to 57 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Elastic wave equipment with which duty

ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.4 being less than 1.0.

[Claim 2] In the elastic wave equipment in which the blind-like electrode which becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 57 to 62 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Elastic wave equipment with which duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.5 being less than 1.0.

[Claim 3] In the elastic wave equipment in which the blind-like electrode which becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 62 to 67 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Elastic wave equipment with which duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.6 being less than 1.0.

[Claim 4] In the elastic wave equipment in which the blind-like electrode which becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 67 to 71 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Elastic wave equipment with which duty

ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.7 being less than 1.0.

[Claim 5] In the elastic wave equipment in which the blind-like electrode which becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 71 to 76 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Elastic wave equipment with which duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.8 being less than 1.0.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is used in circuits, such as communication equipment and electronic equipment, and relates to the elastic wave equipment which spreads an elastic wave.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 13 is an example which shows the property of the conventional elastic wave equipment using the conventional lithium niobate (LiNbO_3 , henceforth, LN) shown in JP,9-167936,A (reference 1). In drawing, an axis of ordinate is the propagation loss of a surface acoustic wave (following and SAW; Surface Acoustic Wave), and expresses the propagation loss of per one wave (λ) of the travelling distance of SAW with a decibel (dB).

An axis of abscissa is the normalization electrolyte thickness (h/λ) standardized on wavelength λ . Here, h is the thickness of an electrode.

[0003] The property shown in drawing 13 shows the case where are a property at the time of making the crystal X-axis of Above LN into the propagation direction of SAW, and using a crystal Y-axis as a substrate front face around the crystal X-axis, and theta rotates a field vertical to the theta "theta revolution Y" shaft in 62 to 74 degrees. [which was rotated]

[0004] Drawing 14 is drawing showing the cross section of elastic wave equipment, in drawing, 1 is LN substrate and 2 is electrodes, such as aluminum on the LN substrate 1 (aluminum). As shown in drawing 14, drawing 13 uses a field vertical to the "theta revolution Y" shaft as the front face of the LN substrate 1, and the property when the whole surface is covered with the electrode material 2 of thickness h is shown further. In many cases, an electrode 2 is aluminum (aluminum). Thus, the LN substrate 1 which uses a field vertical to the "theta revolution Y" shaft as the front face of the LN substrate 1, and makes the crystal X-axis the propagation direction of SAW is expressed as theta revolution Y-cut X-propagation lithium niobate, is omitted, and it expresses thetaYX-LN and thetaYX- LiNbO_3 .

[0005] When the cut angle theta is 62 degrees so that the property shown in drawing 13 may show for example, a propagation loss serves as [normalization

electrolyte thickness (h/λ)] min in the 0.03 neighborhoods. Moreover, when the cut angle θ is 74 degrees, a propagation loss serves as [normalization electrolyte thickness (h/λ)] min in the 0.1 neighborhoods. For this reason, when realizing a SAW device in the field where normalization electrolyte thickness (h/λ) is larger than 0.05, it turns out that the cut angle θ which makes a propagation loss min exists in the larger range than 66 degrees. Thus, by choosing suitable normalization electrolyte thickness (h/λ) and the combination of the cut angle θ , a propagation loss can be made into min and the insertion loss of a SAW device can be reduced.

[0006] in addition, when the X-axis is set as the propagation direction in the 62 to 74 degrees neighborhood by the cut angle θ which several kinds of this class other than SAW existed in the elastic wave, and was shown in drawing 13 for example, reference:electronic energization institute paper magazine' -- as indicated in 84/1, Vol.J67-C, No.1, and pp.158 -165 (reference 2) SSBW (Surface SkimmingBulk Wave) which is the bulk wave spread along the front face of the LN substrate 1, and a leakage surface acoustic wave (LSAW;Leaky Surface Acoustic Wave) spread. However, especially in this application, except for the case where these are distinguished, SAW, SSBW, and LSAW will be named generically and it will be described as SAW.

[0007] Drawing 15 is drawing showing the configuration of the SAW filter which is one sort of elastic wave equipment. As for LN substrate whose 1 is a piezo electric crystal, the input side IDT (InterDigital Transducer; blind-like electrode) to which an electrode finger and 4 carry out a bonding pad, and, as for 5, 3 carries out energy conversion of electric-surface acoustic wave, the output side IDT (blind-like electrode) to which 6 performs energy conversion of the surface acoustic wave-electrical and electric equipment, and 7, in drawing, an input terminal and 8 are output terminals. Make into the crossover width of face W the die length of the part which the electrode finger 3 intersects, and let the greatest value of the above-mentioned crossover width of face W be the maximum crossover width of face W0.

[0008] Drawing 16 is a sectional view of an SAW filter shown in drawing 15 , and w is electrode thickness from which the electrode digit of the electrode finger 3 and p constitute the array period of the electrode finger 3, and h constitutes the electrode finger 3 in drawing.

[0009] Next, actuation is explained. The electrical signal impressed to the input terminal 7 builds electric field to the intersection of each electrode finger 3 of an input side IDT5. Since the LN substrate 1 is a piezo electric crystal at this time, distortion arises by the above-mentioned electric field. When an input signal is a frequency f , it vibrates on a frequency f , and distortion to produce also serves as SAW and this spreads it in the direction vertical to the electrode finger 3.

Moreover, in an output side IDT, SAW is again changed into an electrical signal. When changed into SAW from an electrical signal, and when being changed into an electrical signal from SAW, it is an reversible process mutually.

[0010] The displacement component of SAW has a part for directivity parallel to the front face of the LN substrate 1 in parallel with the above-mentioned electrode finger 3 as the cut angle θ as shown in drawing 13 is shown in the above-mentioned reference 2, when the propagation direction is the X-axis near 64 degree. It depends for this displacement component in the cut angle θ and the SAW propagation direction of the class of ingredient of the LN substrate 1 to be used, the cutting plane of the LN substrate 1, and a cutting plane.

[0011] Although SAW excited by the input side IDT5 is spread in the direction of an output side IDT6 When a propagation loss is in the LN substrate 1 at this time The power of SAW which reached the output side IDT6 becomes smaller than the power of SAW immediately after exciting by the input side IDT5. Extent of the loss It is almost equal to the value which multiplied by the propagation loss per wave shown in the value which changed the center-to-center dimension of an input side IDT5 and an output side IDT6 into the distance standardized on wavelength by drawing 13 almost.

[0012] For this reason, the insertion loss as an SAW filter becomes large, so that the propagation loss of the LN substrate 1 is large, if the distance of an input side

IDT5 and an output side IDT6 is the same. Reference : since the wavelength λ of SAW corresponds the twice of the array period p of the electrode finger 3 as shown in the IECE issuance, Corona Publishing, and pp.56-pp.81 (reference 3) in surface acoustic wave engineering and November, Showa 58 Though an input side IDT5 and an output side IDT6 approach and are arranged, loss of extent by which the propagation loss was multiplied produces the numeric value of the one half of the average of the number of the electrode finger 3 in an input side IDT5 and an output side IDT6 as loss accompanying propagation.

[0013] For example, as shown in drawing 15 , an input side IDT5 and an output side IDT6 consist of seven electrode fingers 3, respectively, and supposing an input side IDT5 and an output side IDT6 approach immediately and are arranged, the loss accompanying propagation will serve as an about 3 to 4 times [of the propagation loss shown in drawing 13] value. For example, supposing a propagation loss is 0.02 (dB/ λ), the loss accompanying propagation will become the value of no less than 0.06-0.08dB.

[0014] For this reason, when a low loss SAW device was realized especially, it is important to use the small LN substrate 1 of a propagation loss, and the larger range than 64 degrees was used for the cut angle θ with this conventional kind of elastic wave equipment.

[0015] As mentioned above, although a propagation loss has big effect on the insertion loss of an SAW filter, only a propagation loss does not affect the insertion loss of an SAW filter. As a material constant showing the property of the LN substrate 1, there are the electromechanical coupling coefficient K_2 in connection with the conversion efficiency of an electrical signal and an elastic wave, the electrostatic capacity C_0 in connection with the impedance of an input side IDT5 or an output side IDT6, velocity of propagation V of an elastic wave, etc. in addition to a propagation loss. It is the above-mentioned electromechanical coupling coefficient K_2 especially among these. It is the important thing which determines the insertion loss and pass band width of an SAW filter.

[0016] Moreover, as shown in drawing 14 , propagation of SAW differs in the case where an electrode 2 exists in the whole front face of the LN substrate 1, and the case where the electrode finger 3 is periodically arranged as shown in drawing 16 . Since a actual SAW filter has the structure which arranged the electrode finger 3 like drawing 16 , it shows a property when the whole like drawing 14 is covered with an electrode 2, and a different property. Namely, concrete conditions were not known for the elastic wave equipment using LSAW or SSBW although theoretically known for the elastic wave equipment using a pure surface acoustic wave without a propagation loss like the Rayleigh wave or a BGS wave (Bleustein-Gulyaev-Shimizu wave).

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it had realized in the property when the whole is covered with an electrode 2 on the conditions to which a propagation loss becomes small most since conventional elastic wave equipment was constituted as mentioned above, with the elastic wave equipment using actual LSAW and actual SSBW, the conditions which show the best property differ, the difference became a cause, and the technical problem that it deteriorates from degradation of a property, i.e., the minimum value which can realize an insertion loss, occurred.

[0018] Moreover, electromechanical coupling coefficient K_2 which has big effect on the property of elastic wave equipment although used in this conventional kind of elastic wave equipment on the conditions from which a propagation loss serves as min Since it was not used on the optimal conditions, the technical problem that the insertion loss and bandwidth of elastic wave equipment deteriorated occurred.

[0019] It was made in order that this invention might solve the above technical problems, and it aims at obtaining broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment.

[0020]

[Means for Solving the Problem] In the thing in which the blind-like electrode with

which the elastic wave equipment concerning this invention becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 55 to 57 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. The duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is less than [0.4 or more] 1.0.

[0021] In the thing in which the blind-like electrode with which the elastic wave equipment concerning this invention becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 57 to 62 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. The duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is less than [0.5 or more] 1.0.

[0022] In the thing in which the blind-like electrode with which the elastic wave equipment concerning this invention becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 62 to 67 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. Duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is characterized by or more 0.6 being less than 1.0.

[0023] In the thing in which the blind-like electrode with which the elastic wave equipment concerning this invention becomes the substrate of the piezo electric

crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 67 to 71 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. The duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is less than [0.7 or more] 1.0.

[0024] In the thing in which the blind-like electrode with which the elastic wave equipment concerning this invention becomes the substrate of the piezo electric crystal which uses lithium niobate as a principal component from the conductor which has predetermined thickness was formed The field rotated in 71 to 76 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of the above-mentioned lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate. The duty ratio (w/p) of the above-mentioned electrode finger determined with the electrode digit w of the above-mentioned blind-like electrode and the array period p of the above-mentioned electrode finger is less than [0.8 or more] 1.0.

[0025]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one gestalt of implementation of this invention is explained.

Gestalt 1. drawing 1 of operation is drawing showing the count result of the attenuation coefficient α to the cut angle θ in case normalization electrolyte thickness (h/λ) is 0.01. In drawing, an axis of ordinate is an attenuation coefficient α (dB/ λ), and is the same as the propagation loss of the axis of ordinate of drawing 13 . An axis of abscissa is the cut angle θ of the LN substrate 1, and is using as the front face of the LN substrate 1 the field vertical to the shaft which the crystal X-axis of the LN substrate 1 was made [shaft] into the propagation direction of SAW, and did θ revolution of a crystal Y-axis around the crystal X-axis like drawing 13 , i.e., the field which did θ revolution of a crystal Y-axis around the crystal X-axis.

[0026] Here, as shown in drawing 14 , when the whole surface of the LN

substrate 1 is covered with an electrode 2, not but as shown in drawing 16 , the propagation property of SAW when the electrode finger 3 of width of face w and the array period p is arranged by infinity is calculated. In drawing 1 , the width of face w of the electrode finger 3 and the ratio of the array period p are made into a duty ratio (w/p), and duty ratio (w/p) shows the count result in every 0.1 from 0.2 to 0.8.

[0027] Drawing 2 is an electromechanical coupling coefficient K_2 . It is as a result of count. drawing -- setting -- an axis of ordinate -- electromechanical coupling coefficient K_2 it is -- an axis of abscissa is the cut angle θ of the same LN substrate 1 as drawing 1 . Moreover, duty ratio (w/p) is also calculated with the same value as drawing 1 .

[0028] The count result shown in drawing 1 and drawing 2 For example, the latest research-committee report - of a reference:elastic wave component technique, The 150th committee of the Japan Society for the Promotion of Science elastic wave component technique, March, Heisei 7, pp.649-pp.654 (reference 4), pp.786-pp.791 (reference 5) and reference : 23rdEM symposium, The analysis technique using the discretization Green function shown in pp.93-pp.100 (reference 6) is used, and the count result except the effect of the backscattering of the program (FEMSDA) stated by reference 5 is used in May, Heisei 6.

[0029] Although the points which they are as a result of [of an about] count differ also about the count result shown in drawing 13 when the whole surface is covered with an electrode 2, the count technique is an approach using the same discretization Green function.

[0030] When the count result of drawing 1 is seen, when a duty ratio (w/p) is 0.5, the cut angle θ shows the minimum value from which an attenuation coefficient α serves as zero mostly near 62 degree, for example. However, if the count result applied to this kind of the former shown in drawing 13 of elastic wave equipment is seen, in 62 to 74 degrees, normalization electrolyte thickness (h/λ) does not show [the cut angle θ] the minimum value to the 0.01

neighborhoods. This is with the case where it is covered with the whole with an electrode 2, and the case of the structure of the actual electrode finger 3, and shows that the properties of propagation of SAW differ.

[0031] Drawing 3 and drawing 4 are as a result of [the / as drawing 1 in case normalization electrolyte thickness (h/λ) is 0.05, and drawing 2 / same] count. The value [electrolyte thickness / (h/λ) / normalization] 0.05 is thickness used in the SAW device of a GHz band. [comparatively many] If drawing 3 is seen, when duty ratio (w/p) will become large, there is an inclination for the cut angle θ from which an attenuation coefficient α serves as min to become large.

[0032] However, when the cut angle θ to which an attenuation coefficient α will become small if drawing 4 is seen is chosen, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 . It turns out that it becomes small. For example, if its attention is paid when duty ratio (w/p) is 0.5, as for an attenuation coefficient α , the cut angle θ will become min near 66 degree. However, as for an electromechanical coupling coefficient, the cut angle θ shows a value with the larger include angle still smaller than 66 degrees.

[0033] Drawing 5 and drawing 6 are as a result of [the / as drawing 1 and drawing 2 in case normalization electrolyte thickness (h/λ) is 0.1, and drawing 3 and drawing 4 / same] count. If normalization electrolyte thickness (h/λ) becomes large, it will become still larger than the case where the cut angle θ from which a propagation constant α serves as min is drawing 3. However, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 also in this case. The cut angle θ shows a value with the smaller big one.

[0034] In order to verify the validity of the count approach currently performed here, actually, drawing 7 creates an SAW filter and is drawing [the count result / result / which was measured]. In drawing, an axis of ordinate is acoustic velocity V_s , and an axis of abscissa is the cut angle θ . Among drawing, what is expressed with lines, such as a continuous line, a broken line, a dotted line, and an alternate long and short dash line, is as a result of [of the acoustic velocity

searched for by the same count technique as calculating drawing 6 from drawing 1] count, and is the result of calculating duty ratio (w/p) at 0.1 spacing from 0.2 to 0.8.

[0035] Moreover, in drawing 7 , the symbol shown by O is the acoustic velocity which measured duty ratio (w/p) from the SAW filter made as an experiment by 0.25. When similarly the symbol shown by ** makes duty ratio (w/p) as an experiment by 0.5, the symbol shown by <> and <> is as a result of [at the time of making duty ratio (w/p) as an experiment by 0.75] measurement. moreover, calculated value and measured value -- it is the case where normalization electrolyte thickness (h/λ) is 0.05 altogether in both cases, and N_r is the number of the strip of the grating reflector in an SAW filter.

[0036] Drawing 8 is the mimetic diagram of the pattern of an SAW filter used for taking out the measurement result of drawing 7 . Such a pattern is indicated in Nikkan Kogyo Shimbun and pp.153-pp.155 (reference 7) in the volume for example, a reference:surface-wave device, its application, and for electronic ingredient Semiconductor Equipment & Materials International, and December, Showa 53. Two grating reflectors 9 are arranged between an input side IDT5 and an output side IDT6, and distance D_1 between two grating reflectors 9 is made the same as the array period p of the reflective strip of the grating reflector 9.

[0037] Thus, by arranging the grating reflector 9, a property as the passage power from an input terminal 7 to an output terminal 8 shows to drawing 9 is shown, and only the surface acoustic wave of a specific frequency is reflected selectively. In drawing, f_0 is equivalent to the center frequency of the grating reflector 9, and F_b is equivalent to the stop bandwidth of the grating reflector 9.

[0038] Since the array spacing p of the grating reflector 9 drops to $1/2$ of the wavelength in the center frequency f_0 in the inside of the grating reflector 9, the value which multiplied center frequency f_0 by period p twice value of array $2p$ is equivalent to the acoustic velocity V_s in the grating reflector 9. Drawing 7 shows the sonic V_s value ($V_s=2pf_0$). In addition, N_r shown in drawing 7 is the number of each strip of the line breadth w in the grating reflector 9 shown in drawing 8 .

Moreover, big effect does not give distance D2 to the property shown in drawing 9 .

[0039] the acoustic velocity V_s which becomes almost the same as the property of the electrode finger 3, and is determined from the line breadth w and the array period p of the above-mentioned short circuit strip since he is trying for the short circuit strip 10 of the grating reflector 9 to become same electric potential altogether as shown in drawing 8 , an attenuation constant α , and electromechanical coupling coefficient K_2 etc. -- also in the case of the electrode finger 3 of the same duty ratio (w/p), various material constants bring the almost same result. It turns out that calculated value and measured value are well in agreement, and this count shows the highly precise result more near the operating state of an SAW filter so that clearly from drawing 7 .

[0040] Drawing 10 is the example of the pattern of the SAW resonator filter of a mode coupling form for the count result shown in drawing 6 from drawing 1 to check about the effectiveness given to an SAW filter. In drawing, 5 is an input side IDT and the number of the electrode fingers 3 is 23. 6 is an output side IDT and is carrying out parallel connection of the two output sides IDT electrically. The number of the electrode fingers 3 of one side of an output side IDT6 is 16. 9 is a grating reflector and the number of each strip of the grating reflector 9 is 130 at one side. All of the line breadth of the electrode finger 3 of an input side IDT5 and the line breadth of the electrode finger 3 of an output side IDT6 are the same w_i , and all array spacing is also the same $p_i(s)$.

[0041] Unlike the case of an input side IDT5 and an output side IDT6, the array period p_g of each strip of the grating reflector 9 in drawing 10 is set to $p_g=1.0226p_i$. However, it is the same as the duty ratio (w_g/p_g) of each strip of the grating reflector 9, and the duty ratio (w_i/p_i) of each electrode finger 3 of an input side IDT5 and an output side IDT6. the followings and such duty ratio (w_i/p_i) -- and (w_g/p_g) it names generically and expresses duty ratio (w/p).

[0042] Moreover, distance D1 is $2.5p$ and distance D2 is $0.25p$. If the cut angle θ and duty ratio (w/p) are changed, acoustic velocity V_s will change, but the

array period p is changed and calculated so that the center frequency f_0 of an input side IDT5 and an output side IDT6 may be set to 839.29MHz. The maximum crossover width of face W0 is 440 micrometers.

[0043] Drawing 11 plots the count result of the insertion-loss minimum value of the SAW filter shown in drawing 10, and the loss fluctuation in a band. Count is using 2nd model of the equal circuit of Smith shown in pp.185-pp.205 (reference 8) for an input side IDT5 and an output side IDT6 in for example, a reference:elastic wave component technical handbook, the 150th committee of the Japan Society for the Promotion of Science elastic wave component technique, and November, Heisei 3.

[0044] The equal circuit of the distributed constant form shown in pp.206-pp.227 (reference 9) is used for the grating reflector 9 in for example, a reference:elastic wave component technical handbook, the 150th committee of the Japan Society for the Promotion of Science elastic wave component technique, and November, Heisei 3. This is the same as the case where the electric terminal of the equal circuit shown in reference 9 is short-circuited. In drawing 6 from drawing 1, they are an attenuation constant α and an electromechanical coupling coefficient K^2 . Although shown, if duty ratio (w/p) is changed, in order to change simultaneous [the material constant of acoustic velocity V_s electrostatic capacity C_0 , and reflection coefficient C_1 grade], change of these material constants was also taken into consideration by the count result shown in drawing 11. In addition, normalization electrolyte thickness (h/λ) shows only the case where 0.05 and duty ratio (w/p) of drawing 11 are 0.5.

[0045] If the count result shown in drawing 11 is seen, as for the insertion-loss minimum value, in 66 degrees, the cut angle θ will become small rather than 55 degrees. However, when the loss fluctuation in a band which is the difference of the minimum value of the insertion loss of the area within passage and maximum is seen, 55 degrees is smaller than 66 degrees. If the cut angle θ is smaller than 66 degrees when drawing 3 is seen, the attenuation coefficient α will increase. If the cut angle θ is smaller than 66 degrees, the

insertion-loss minimum value will become large because [this]. However, when drawing 4 is seen, for the cut angle θ , the one smaller than 66 degrees is an electromechanical coupling coefficient K_2 . It is large. I hear that bandwidth realizable in other words can be made large more, it is, and it is an electromechanical coupling coefficient K_2 that the loss fluctuation in a band is small. The large thing shows that it is realizable a broadband [a property / be / the cut angle θ / 55 degrees]. For example, when loss fluctuation in a band needs to be set to 0.5dB or less, implementation is impossible and the cut angle θ smaller than 62 degrees is required of conventional 64 degrees. Although the insertion-loss minimum value whose cut angle θ is 55 degrees increases rather than 64 degrees at this time, that difference is about 0.05dB.

[0046] Drawing 12 is the example of a passage property count result of an about, when the cut angles θ are 64 degrees, 58 degrees, and 55 degrees. The pattern of an SAW filter is shown in drawing 10 . As count conditions, normalization electrolyte thickness (h/λ) is set to 0.05, and duty ratio (w/p) is set to 0.5.

[0047] When the cut angle θ is 64 degrees, acoustic velocity V_s as count conditions Moreover, 4465 (m/s), An attenuation coefficient α is 0.0108 (dB/ λ) and electrostatic capacity C_0 is per [250 (pF/m)] electrode finger and an electromechanical coupling coefficient K_2 . When it considers as 13.5% and the cut angle θ is 58 degrees, For 4477 (m/s) and an attenuation coefficient α , 0.012 (dB/ λ) and electrostatic capacity C_0 are [acoustic velocity V_s] per [285 (pF/m)] electrode finger and an electromechanical coupling coefficient K_2 . When it considers as 18% and the cut angle θ is 55 degrees, For 4477 (m/s) and an attenuation coefficient α , 0.0076 (dB/ λ) and electrostatic capacity C_0 are [acoustic velocity V_s] per [277 (pF/m)] electrode finger and an electromechanical coupling coefficient K_2 . It may be 16.7%.

[0048] Although the insertion-loss minimum value in case the passage power with which the cut angle θ shows in drawing 1212 at the time of 55 degrees

or 58 degrees shows maximum is more slightly [than the case of 64 degrees] large, it is the substantial almost same loss. On the other hand, the display flatness in a pass band is increasing, for example, a frequency is [the direction of 55 degrees or 58 degrees] low loss in the insertion loss of the range of 804 to 842MHz. That is, when the direction of 55 degrees or 58 degrees is low loss in a necessary band and puts in another way rather than conventional 64 degrees, the direction of 55 degrees or 58 degrees is a broadband from conventional 64 degrees.

[0049] Moreover, if drawing 12 is seen, pass band width is wider [55 degrees and 58 degrees] than the case where the conventional cut angle θ is 64 degrees so that clearly. As mentioned above, especially as for an insertion loss and bandwidth, an attenuation coefficient α shows the engine performance of a actual SAW filter, and having effect with the bigger electromechanical coupling coefficient K_2 . In addition, in this application, if it is that a broadband property is realizable if it is the same insertion loss, or the same pass band width, it is indicated to be "a property [broadband / in low loss / former]" that a low loss property is realizable.

[0050] Electromechanical coupling coefficient K_2 with the cut angle θ bigger [when drawing 4 is seen] when duty ratio (w/p) is 0.4 or more in the range of 55 to 57 degrees than conventional 64 degrees It is shown. Near this, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 . Since it is not not much greatly dependent on normalization electrolyte thickness (h/λ), even if it sees drawing 2 and drawing 6 , it is the almost same result.

[0051] However, when normalization electrolyte thickness (h/λ) is as large as 0.1 and duty ratio (w/p) is enlarged, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 . Even if it becomes large, an attenuation coefficient α becomes large simultaneously. For this reason, the insertion loss as an SAW filter may increase on the contrary. In this case, what is necessary is just to let the cut angle θ and duty ratio (w/p) be suitable combination so that you may satisfy a necessary property.

[0052] As mentioned above, according to the gestalt 1 of this operation, the effectiveness that the cut angle θ can realize broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment when duty ratio (w/p) is less than [0.4 or more] one in the range of 55 to 57 degrees is acquired.

[0053] When it is made the gestalt 2. said appearance of operation and drawing 4 to the cut angle θ is [duty ratio (w/p)] 0.5 or more in the range of 57 to 62 degrees, the conventional cut angle θ is the bigger electromechanical coupling coefficient K_2 than 64 degrees. It is shown. Even if it sees drawing 2 $R > 2$, it is the almost same result. When normalization thickness (h/λ) is large drawing 6, it compares with the case of drawing 4, and it is the electromechanical coupling coefficient K_2 in the case of the same duty ratio (w/p) at the same cut angle θ . It is large. However, if drawing 5 is compared with drawing 3, as for the attenuation coefficient α in the case of the same duty ratio (w/p), the direction of drawing 5 is large on the same cut square θ . When especially duty ratio (w/p) becomes large, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 . Although it becomes large, an attenuation coefficient α becomes large simultaneously.

[0054] For this reason, the case where it increases on the contrary produces the insertion loss as an SAW filter. In this case, what is necessary is just to let the cut angle θ and duty ratio (w/p) be suitable combination so that you may satisfy a necessary property. However, electromechanical coupling coefficient K_2 Since the very thing is large, pass band width becomes large. That is, broadband elastic wave equipment is realizable by low loss.

[0055] As mentioned above, according to the gestalt 2 of this operation, the effectiveness that the cut angle θ can realize broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment when duty ratio (w/p) is less than [0.5 or more] one in the range of 57 to 62 degrees is acquired.

[0056] Electromechanical coupling coefficient K_2 bigger when it is made the

gestalt 3. said appearance of operation and drawing 4 to the cut angle θ is [duty ratio (w/p)] 0.6 or more in the range of 62 to 67 degrees than the case where the conventional cut angle θ is 64 degrees It is shown. Even if it sees drawing 2 , it is the almost same result. Also when normalization thickness (h/λ) is large drawing 6 , it compares with the case of drawing 4 , and it is the electromechanical coupling coefficient K_2 in the case of the same duty ratio (w/p) at the same cut angle θ . It is almost the same. However, if drawing 5 is compared with drawing 3 , as for the attenuation coefficient α in the case of the same duty ratio (w/p), the direction of drawing 5 is large on the same cut square θ . When especially duty ratio (w/p) becomes large, it is an electromechanical coupling coefficient K_2 . Although it becomes large, an attenuation coefficient α becomes large simultaneously.

[0057] For this reason, the insertion loss as an SAW filter may increase on the contrary. In this case, what is necessary is just to let the cut angle θ and duty ratio (w/p) be suitable combination so that you may satisfy a necessary property. However, electromechanical coupling coefficient K_2 Since the very thing is large, pass band width becomes large. That is, broadband elastic wave equipment is realizable.

[0058] As mentioned above, according to the gestalt 3 of this operation, the effectiveness that the cut angle θ can realize broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment when duty ratio (w/p) is less than [0.6 or more] one in the range of 62 to 67 degrees is acquired.

[0059] Electromechanical coupling coefficient K_2 bigger when it is made the gestalt 4. said appearance of operation and drawing 4 to the cut angle θ is [duty ratio (w/p)] 0.7 or more in the range of 67 to 71 degrees than the case where the conventional cut angle θ is 64 degrees It is shown. Even if it sees drawing 2 , it is the almost same result. Also when normalization thickness (h/λ) is large drawing 6 , it compares with the case of drawing 4 , and it is the electromechanical coupling coefficient K_2 in the case of the same duty ratio

(w/p) at the same cut angle θ . It is almost the same. Moreover, the increasing rate is not so large, although, as for the attenuation coefficient α in the case of the same duty ratio (w/p), the direction of drawing 5 is large on the same cut square θ if drawing 5 is compared with drawing 3. Therefore, what is necessary is just to let the cut angle θ and duty ratio (w/p) be suitable combination so that you may satisfy a necessary property.

[0060] As mentioned above, according to the gestalt 4 of this operation, the effectiveness that the cut angle θ can realize broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment when duty ratio (w/p) is less than [0.7 or more] one in the range of 67 to 71 degrees is acquired.

[0061] Electromechanical coupling coefficient K_2 bigger when it is made the gestalt 5. said appearance of operation and drawing 4 to the cut angle θ is [duty ratio (w/p)] 0.8 or more in the range of 71 to 76 degrees than the case where the conventional cut angle θ is 64 degrees It is shown. Even if it sees drawing 2, it is the almost same result. Also when normalization thickness (h/λ) is large drawing 6, it compares with the case of drawing 4, and it is the electromechanical coupling coefficient K_2 in the case of the same duty ratio (w/p) at the same cut angle θ . It is almost the same. Moreover, when drawing 5 is compared with drawing 3, drawing 5 of the attenuation coefficient α in the case of the same duty ratio (w/p) is smaller on the same cut square θ . Therefore, electromechanical coupling coefficient K_2 Since the effectiveness it is large ineffective is reflected in the property of elastic wave equipment as it is, a broadband property is realizable by low loss from before.

[0062] As mentioned above, the effectiveness that the cut angle θ can realize broadband elastic wave equipment by low loss rather than this conventional kind of elastic wave equipment when duty ratio (w/p) is less than [0.8 or more] one in the range of 71 to 76 degrees is acquired.

[0063] Although the above explained to the example the SAW resonator filter of the mode coupling form shown in drawing 10, the number of effectiveness not

only of this but IDT(s) is [this invention] the same also by the number of arbitration other than three. Furthermore, effectiveness is the same even if it applies to the SAW filter of the so-called transversal form filter of multi-electrode structure, and the easy structure shown in drawing 15 .

[0064] Furthermore, although all the array periods of the electrode finger 3 showed the case of being the same, effectiveness is the same even when the above-mentioned array period changes selectively or on the whole. Moreover, also in the case of the configuration to which the float electrodes which exist in the part to which it floats into IDT, and it has an electrode or differs in IDT were connected electrically, effectiveness is the same.

[0065] Furthermore, this invention is effective to all other SAW devices that form IDT which has the conversion function of not only an SAW filter but a 1 terminal-pair SAW resonator, the SAW delay line and the SAW distributed delay line, electrical signals, such as a SAW convolver, and LSAW and SSBW. Moreover, it is effective also to all the elastic wave equipments using these SAW devices.

[0066]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, when the field rotated in 55 to 57 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of lithium niobate is used as the front face of a substrate and the duty ratio (w/p) of the electrode finger determined with the electrode digit w of a blind-like electrode and the array period p of an electrode finger carries out to less than [0.4 or more] 1.0, it is effective in broadband elastic wave equipment being realizable by low loss from before.

[0067] According to this invention, when the field rotated in 57 to 62 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of lithium niobate is used as the front face of the above-mentioned substrate and the duty ratio (w/p) of the electrode finger determined with the electrode digit w of a blind-like electrode and the array period p of an electrode finger carries out to less than [0.5 or more] 1.0, it is effective in broadband elastic wave equipment being realizable by low loss from before.

[0068] According to this invention, when the field rotated in 62 to 67 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of lithium niobate is used as the front face of a substrate and the duty ratio (w/p) of the electrode finger determined with the electrode digit w of a blind-like electrode and the array period p of an electrode finger carries out to less than [0.6 or more] 1.0, it is effective in broadband elastic wave equipment being realizable by low loss from before.

[0069] According to this invention, when the field rotated in 67 to 71 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of lithium niobate is used as the front face of a substrate and the duty ratio (w/p) of the electrode finger determined with the electrode digit w of a blind-like electrode and the array period p of an electrode finger carries out to less than [0.7 or more] 1.0, it is effective in broadband elastic wave equipment being realizable by low loss from before.

[0070] According to this invention, when the field rotated in 71 to 76 degrees from the crystal Y-axis around the crystal X-axis of lithium niobate is used as the front face of a substrate and the duty ratio (w/p) of the electrode finger determined with the electrode digit w of a blind-like electrode and the array period p of an electrode finger carries out to less than [0.8 or more] 1.0, it is effective in broadband elastic wave equipment being realizable by low loss from before.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the count result of the attenuation coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.01.

[Drawing 2] It is drawing showing the count result of the electromechanical coupling coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.01.

[Drawing 3] It is drawing showing the count result of the attenuation coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.05.

[Drawing 4] It is drawing showing the count result of the electromechanical coupling coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.05.

[Drawing 5] It is drawing showing the count result of the attenuation coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.1.

[Drawing 6] It is drawing showing the count result of the electromechanical coupling coefficient to the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.1.

[Drawing 7] It is drawing showing the measurement result of the acoustic velocity over the cut angle of LN substrate in case the normalization electrolyte thickness by the gestalt 1 of implementation of this invention is 0.05.

[Drawing 8] It is the mimetic diagram of the pattern of the SAW filter by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 9] It is drawing showing the passage power property over the frequency of an SAW filter shown in drawing 8 by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 10] It is the mimetic diagram of the pattern of the mode coupling form

SAW resonator filter by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing the count result of the insertion-loss minimum value of the mode coupling form SAW resonator filter shown in drawing 10 by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing the passage power property over the frequency of the mode coupling form SAW resonator filter shown in drawing 10 by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 13] It is drawing showing the propagation-loss property over the normalization electrolyte thickness by conventional elastic wave equipment.

[Drawing 14] It is drawing showing the cross section of conventional elastic wave equipment.

[Drawing 15] It is drawing showing the configuration of elastic wave equipment.

[Drawing 16] It is drawing showing the cross section of elastic wave equipment.

[Description of Notations]

1 LN substrate (substrate), 3 An electrode finger, 5 An input side IDT (blind-like electrode), six input sides IDT (blind-like electrode).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

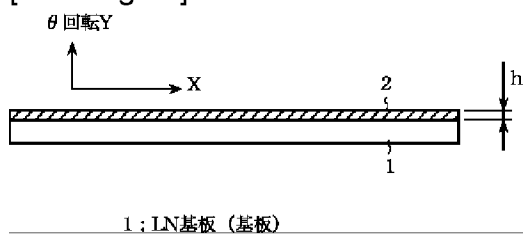
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

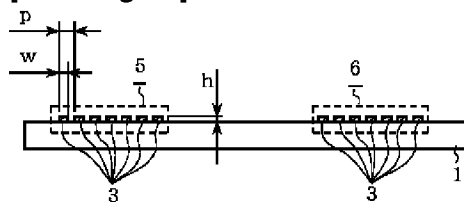
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

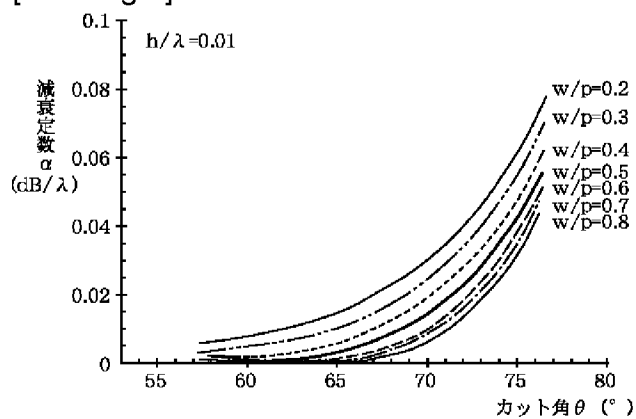
[Drawing 14]



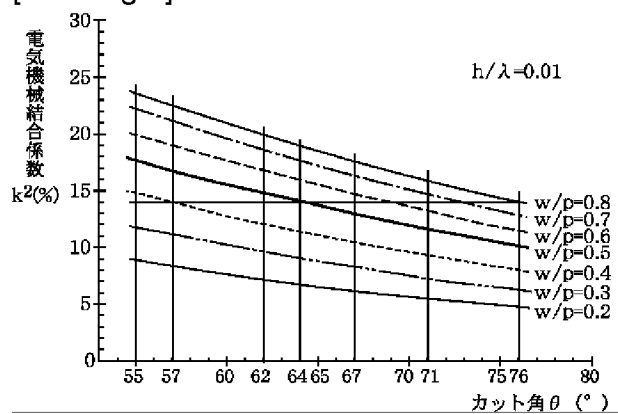
[Drawing 16]



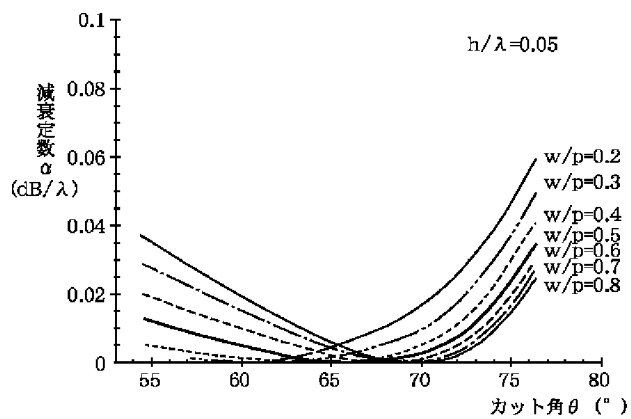
[Drawing 1]



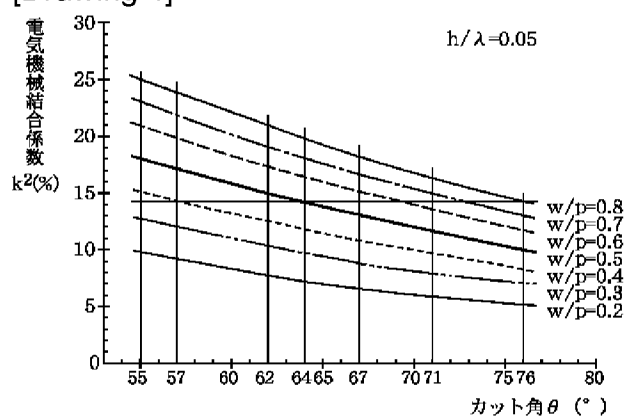
[Drawing 2]



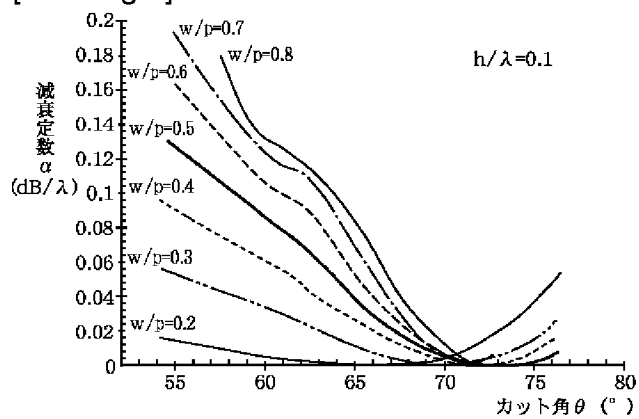
[Drawing 3]



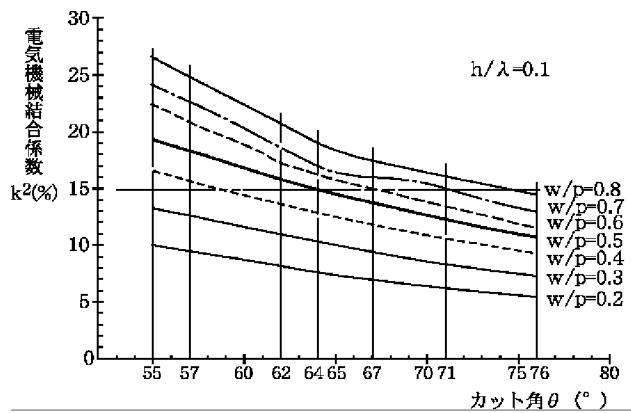
[Drawing 4]



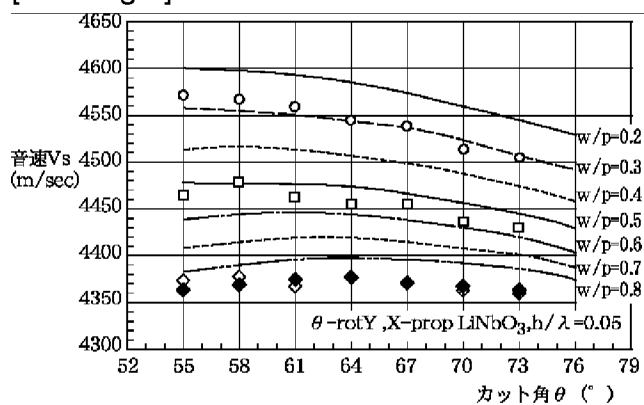
[Drawing 5]



[Drawing 6]

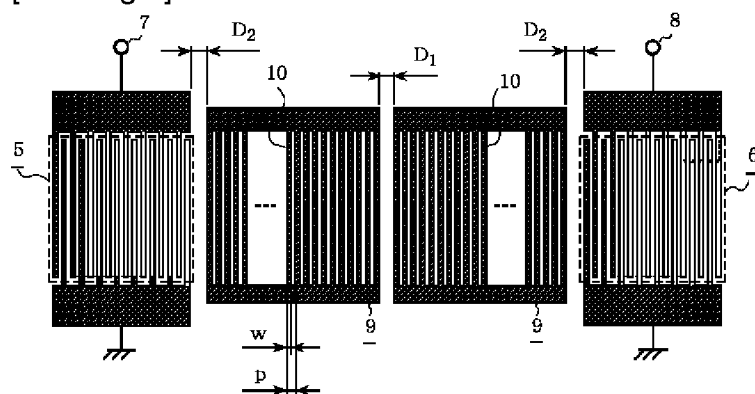


[Drawing 7]



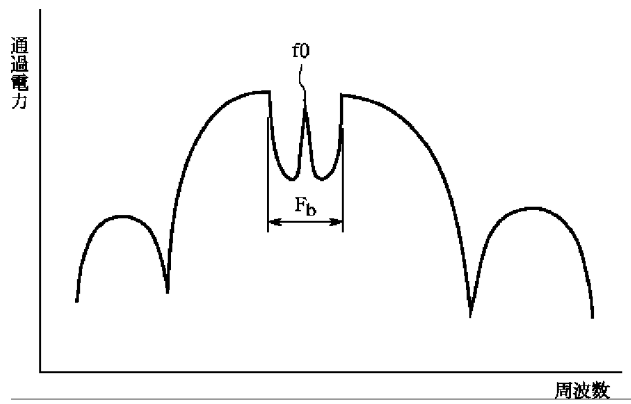
- $w/p=0.25$, $Nr=20$
- $w/p=0.5$, $Nr=20$
- ◇ $w/p=0.75$, $Nr=20$
- ◆ $w/p=0.75$, $Nr=40$

[Drawing 8]

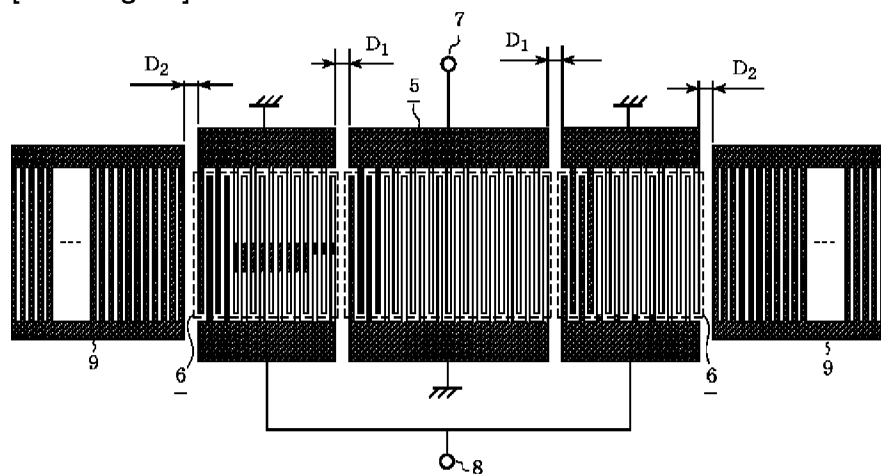


5, 6: 入力側 IDT (すだれ状電極)

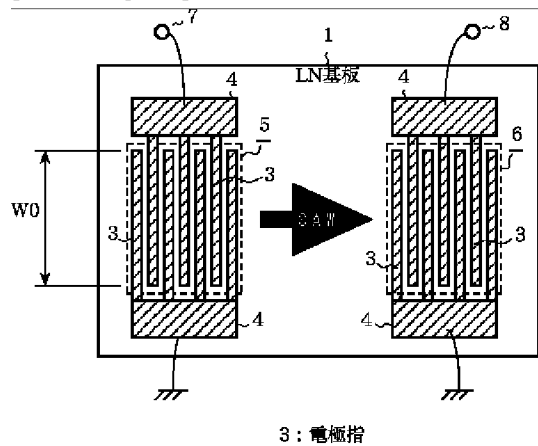
[Drawing 9]



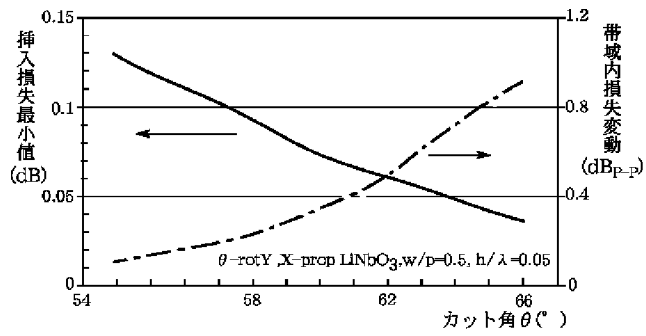
[Drawing 10]



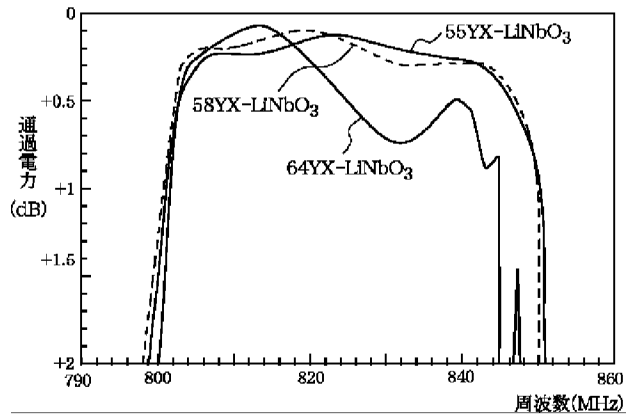
[Drawing 15]



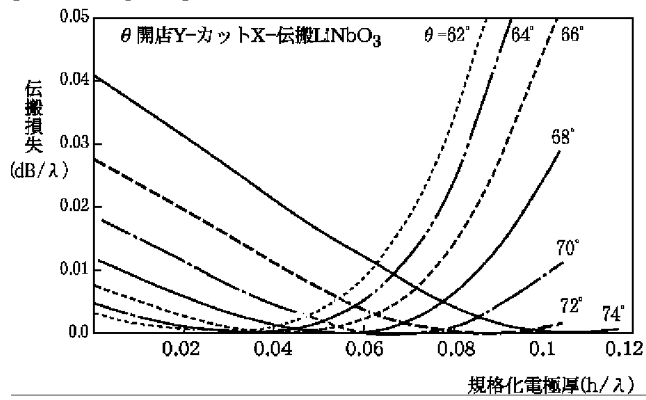
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]